

UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI
WYDZIAŁ MECHANICZNY
INSTYTUT INŻYNIERII MECHANICZNEJ
Katedra Materiałoznawstwa, Technologii
i Eksploatacji Maszyn

dr hab. inż. Radosław MARUDA
profesor Uniwersytetu Zielonogórskiego

ul. Licealna 9, 65-417 Zielona Góra
tel. (68) 328 25 65
e mail: r.maruda@iim.uz.zgora.pl

Zielona Góra, 14.05.2023 r.

Recenzja

**Recenzja osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego
i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitanta w sprawie
wszczętego postępowania habilitacyjnego w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria mechaniczna Pana dra inż. Tomasza Koziora**

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowiło pismo Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Świętokrzyskiej, Pana dra hab. inż. Sławomira Błasiaka, z dnia 28 marca 2023 r. (znak pisma MAA-511/ 21 /2023), wystosowane w związku z powołaniem mojej osoby w dniu 16 marca 2023 r. na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dra. inż. Tomasza Koziora, wszczętym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna na wniosek Pana dra inż. Tomasza Koziora.

Podstawą opracowania recenzji w postępowaniu habilitacyjnym Pana dra inż. Tomasza Koziora są dostarczone dokumenty, w tym:

- wniosek przewodni;
- dyplom doktora nauk technicznych Pana dra inż. Tomasza Koziora;
- autoreferat w języku polskim;
- wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz wykazu aktywności naukowej, współpracy z instytucjami naukowymi i o działalności popularyzującej naukę jak również dane naukometryczne,
- kopie prac stanowiących osiągnięcie naukowe (21 publikacji) wymienione w cyklu publikacji dotyczących osiągnięcia naukowego,

- oświadczenia współautorów publikacji z cyklu publikacji dotyczących osiągnięcia naukowego,
- kopie dokumentów poświadczających wybrane osiągnięcia naukowe i nagrody.

2. Podstawowe informacje o kandydacie

Pan dr inż. Tomasz Kozior ukończył studia na Politechnice Świętokrzyskiej w 2011 r. na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn na Wydziale Mechatroniki i Budowy broniąc pracę dyplomową na temat „Projekt koła zębatego walcowego o zębach prostych do napędu tokarki kłowej TPC-40”, której Promotorem był Pan dr inż. Paweł Lubecki. W latach 2016–2019 był zatrudniony w Katedrze Technologii Mechanicznej i Metrologii na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn na Politechnice Świętokrzyskiej w grupie pracowników badawczo–dydaktycznych. W 2018 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn na tym samym Wydziale. Temat rozprawy doktorskiej to: „Analiza wpływu parametrów procesów technologicznych wybranych technologii przyrostowych na geometrię i właściwości mechaniczne wyrobów”. Promotorem pracy był Pan prof. dr hab. inż. Czesław Kundera, dr h.c., a recenzentami Pan prof. dr hab. inż. Adam Ruszaj oraz Pan prof. dr hab. inż. Grzegorz Budzik. Od 2019 Habilitant zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Katedra Metrologii i Niekonwencjonalnych Metod Wytwarzania na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej również w grupie pracowników badawczo–dydaktycznych, pracując na danym stanowisku do dnia składania wniosku. Habilitant od 2022 r. pełni również funkcję Metrologa do spraw technologii druku 3D w Zakładzie Technologii Cyfrowych w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie. W czasie pracy zawodowej na uczelni Habilitant aktywnie uczestniczył w stażach krajowych i zagranicznych, konferencjach naukowych, w szkoleniach podnoszących kwalifikacje oraz projektach badawczych, realizowanych zarówno przy wsparciu środków pochodzących z Unii Europejskiej, jak i jednostek krajowych.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe Pana dra inż. Tomasza Koziora stanowi cykl publikacji (dokładnie dwadzieścia jeden artykułów naukowych) powiązanych tematycznie pod tytułem „Ocena określonych cech jakości elementów wytwarzanych wybranymi technologiami przyrostowymi”:

- [1] **Kozior T.**, Bochnia J., Gogolewski D., Zmarzły P., Rudnik M., Szot W., Szczygieł P., Musiałek M.: Analysis of metrological quality and mechanical properties of models manufactured with PJM technology for medical applications, *Polymers*, 14(3), s. 408, 2022.
- [2] **Kozior T.**, Mamun Al., Trabelsi M., Sabantina L.: Comparative Analysis of Polymer Composites Produced by FFF and PJM 3D Printing and Electrospinning Technologies for Possible Filter Applications, *Coatings*, 12(1), s. 48, 2022.
- [3] Rudnik M., Hanon M., Szot W., Beck K., Gogolewski D., Zmarzły P., **Kozior T.**: Tribological properties of medical material (MED610) used in 3D printing PJM technology, *Tehnički Vjesnik/Technical Gazette*, 29(4), s. 1100-1108, 2022.

- [4] Bochnia J., Błasiak M., **Kozior T.**: A Comparative Study of the Mechanical Properties of FDM 3D Prints Made of PLA and Carbon Fiber-Reinforced PLA for Thin-Walled Applications, *Materials*, 14(22), s. 7062, 2021.
- [5] Gogolewski D., **Kozior T.**, Zmarzły P., Mathia T.G.: Morphology of Models Manufactured by SLM Technology and the Ti6Al4V Titanium Alloy Designed for Medical Applications, *Materials*, 14(21), s. 6249, 2021.
- [6] Gogolewski D., Bartkowiak T., **Kozior T.**, Zmarzły P.: Multiscale Analysis of Surface Texture Quality of Models Manufactured by Laser Powder-Bed Fusion Technology and Machining from 316L Steel, *Materials*, 14(11), s. 2794, 2021.
- [7] Saliarudin M.S., Hajnys J., **Kozior T.**, Gogolewski D., Zmarzły P.: Quality of surface texture and mechanical properties of PLA and PA-based material reinforced with carbon fibers manufactured by FDM and CFF 3D printing technologies, *Polymers*, 13(11), s. 1671, 2021.
- [8] **Kozior T.**, Kundera Cz.: Rheological Properties of Cellular Structures Manufactured by Additive PJM Technology, *Tehnički Yjesnik/Technical Gazette*, 28(1), s. 82-87, 2021.
- [9] **Kozior T.**, Kundera Cz.: Viscoelastic properties of cell structures manufactured using a photo-curable additive technology - PJM, *Polymers*, 13(11), s. 1895, 2021.
- [10] **Kozior T.**, Błachowicz T., Ehrmann A.: Adhesion of three-dimensional printing on textile fabrics: Inspiration from and for other research areas, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 15, s. 1-6, 2020.
- [11] Zmarzły P., Gogolewski D., **Kozior T.**: Design guidelines for plastic casting using 3D printing, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 15, s. 1-10, 2020.
- [12] **Kozior T.**, Mamun AL, Trabelsi M., Sabantina L., Ehrmann A.: Quality of the surface texture and mechanical properties of FDM printed samples after thermal and Chemical treatment, *Strojniški Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 66(2), s. 105-113, 2020.
- [13] **Kozior T.**: Rheological properties of polyamide PA 2200 in SLS technology, *Tehnički Yjesnik/Technical Gazette*, 27(4), s. 1092-1100, 2020.
- [14] Bochnia J., Błasiak M., **Kozior T.**: Tensile strength analysis of thin-walled polymer glass fibre reinforced samples manufactured by 3D printing technology, *Polymers*, 12(12), s. 2783, 2020.
- [15] **Kozior T.**, Bochnia J.: The influence of printing orientation on surface texture parameters in powder bed fusion technology with 316L Steel, *Micromachines*, 11(7), s. 639, 2020.
- [16] **Kozior T.**: The Influence of Selected Selective Laser Sintering Technology Process Parameters on Stress Relaxation, Mass of Models, and Their Surface Texture Quality, *3D Printing and Additive Manufacturing*, 7(3), s. 126-138, 2020.
- [17] **Kozior T.**, Bochnia J., Zmarzły P., Gogolewski D., Mathia T.G.: Waviness of Freeform Surface Characterizations from Austenitic Stainless Steel (316L) Manufactured by 3D Printing - Selective Laser Melting (SLM) Technology, *Materials*, 13(19), s. 4372, 2020.
- [18] Zmarzły P., **Kozior T.**, Gogolewski D.: Dimensional and shape accuracy of foundry patterns fabricated through photo-curing, *Tehnički Vjesnik/Technical Gazette*, 26(6), s. 1576-1584, 2019.
- [19] **Kozior T.**, Mamun AL, Trabelsi M., Sabantina L., Wortmann M., Ehrmann A.: Electrospinning on 3D Printed Polymers for Mechanically Stabilized Filter Composites, *Polymers*, 11(12), s. 2034, 2019.
- [20] Kundera Cz., **Kozior T.**: Evaluation of the influence of selected parameters of Selective Laser Sintering technology on surface topography, *Journal of Physics: Conference Series*, 1183, s. 1-8, 2019.

[21] **Kozior T.**, Mamun AL, Trabelsi M., Sabantina L., Ehrmann A.: Stabilization of Electrospun Nanofiber Mats Used for Filters by 3D Printing, *Polymers*, 11(10), s. 1618, 2019.

Podsumowując osiągnięcie naukowe w ujęciu ilościowym należy zauważyć, iż dwadzieścia publikacji z osiągnięcia naukowego znajduje się na liście A Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (publikacje w JCR). Autor wykazał spójnie dane o swoich zadaniach w publikacjach należących do cyklu, a w kilku pracach jest pierwszym Autorem lub ich samodzielnym Twórcą. Wkład własny w poszczególne prace współautorskie jest precyzyjnie opisany w załączniku elektronicznym (oświadczenia współautorów A1–A21) i w autoreferacie, uwypuklając aspekty wkładu merytorycznego Habilitanta w pracę. W osiągnięciu naukowym brakuje natomiast monografii Habilitanta, która pozwoliłaby usystematyzować wiedzę na temat: „Ocena określonych cech jakości elementów wytwarzanych wybranymi technologiami przyrostowymi”. Jest to niewątpliwa słaba strona w ocenie dorobku naukowego, zwłaszcza w kontekście tego, iż w ostatnim czasie wielu habilitantów rezygnuje z napisania autorskiej monografii. Jednak o samodzielności Autora, świadczą dwa artykuły opublikowane w czasopismach *Tehnički Vjesnik/Technical Gazette* oraz *3D Printing and Additive Manufacturing*, w których jest jedynym Autorem. Należy docenić i podkreślić ten fakt w ocenie całości dorobku naukowego Pana dra inż. Tomasza Koziora. W mojej ocenie w osiągnięciu naukowym Habilitanta brakuje artykułów opublikowanych w czasopismach wydawanych przez wydawnictwa Elsevier czy Springer. Większość artykułów została opublikowana w *Multidisciplinary Digital Publishing Institute MDPI*, które uważane jest w środowisku akademickim za „wydawnictwo drapieżne”. Podsumowując, na dorobek naukowy Habilitanta składają się jedna publikacja z listy B MNiSW oraz dwadzieścia publikacji z *Journal Citation Reports*.

Problematyka badawcza podjęta przez Habilitanta dotyczy określenia cech jakości produktu wywarzanego czterema technologiami przyrostowymi w zależności od zmienności parametrów technologicznych procesu dla wybranej grupy materiałów konstrukcyjnych. Jest to tematyka niezwykle istotna, nie tylko z punktu widzenia naukowego, lecz także przemysłowego. Badania związane są z głównie właściwościami warstwy wierzchniej, dokładności wymiarowo-kształtowej z uwzględnieniem oceny wytrzymałości wytwarzanych drukiem 3D produktów przy wykorzystaniu wybranych technologii przyrostowych. W trakcie badań Autor skupił się głównie na czterech technologiach przyrostowych: FDM (ang. fused deposition modeling), PJM (ang. polyjet matrix), SLM (ang. selective laser melting), ES (ang. electrospinning – metoda polegająca na wyciąganiu naładowanych ładunkiem elektrycznym włókien roztworów polimerowych) oraz hybrydowym łączeniu wybranych technologii. W swoich pracach Habilitant przedstawił cztery spośród ośmiu cech jakości produktu: zgodność, trwałość, cechy dodatkowe (możliwość filtracji) i estetykę. Dodatkowo Autor przeprowadziła analizę i identyfikację zjawisk zachodzących podczas wybranych technologii przyrostowych, które są szczególnie ważne w aplikacjach branż wymagających, gdzie jakość produktu umożliwia indywidualizację zadania przy zachowaniu jakości i powtarzalności. Analiza wybranych zmiennych czynników i technologii przyrostowych mogących podnieść jakość wybranych cech produktu jest bardzo istotna oraz powiązana z badaniami symulacyjnymi mającymi na celu wspomaganie procesów modelowania i prognozowania zjawisk, stanowiąc paradygmat w inżynierii mechanicznej. Za zasadne uważam prowadzenie badań naukowych w kierunku podjętym przez Pana dra inż. Tomasza Koziora. Wymienione wyżej okoliczności potwierdzają trafność i sensowność wyboru tematyki badawczej. Uzasadnieniem wspomnianej trafności wyboru jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle ogólnonaukowych badań naukowych, ale również to, że podejmowana

w rozprawie habilitacyjnej tematyka rokuje nadzieje epistemologiczne oraz dużą nadzieję na uzyskanie walorów użytecznych. Tytuł całego cyklu publikacji „Analiza wpływu parametrów procesów technologicznych wybranych technologii przyrostowych na geometrię i właściwości mechaniczne wyrobów” moim zdaniem został dobrany w sposób odpowiedni i oddaje najważniejsze problemy naukowe, którymi zajął się Habilitant.

Za cel naukowy prowadzonych badań własnych Habilitant wskazał trzy obszary: ocenę wybranych właściwości fizycznych kompozytów – 3DP+ES, badania właściwości mechanicznych, analizę wymiarowo–kształtową wraz z oceną warstwy wierzchniej. Habilitant w autoreferacie wskazuje, iż zakres tematyczny zawarty w przedstawionym do oceny cyklu publikacji, obejmuje:

- określenie jakości kompozytowych modeli wytwarzanych przy połączeniu dwóch technologii: druku 3D oraz elektroprzędzenia w zależności od zmian parametrów technologii przyrostowej;
- analizy właściwości mechanicznych z uwzględnieniem oceny teologicznej, analizy struktur komórkowych, oceny modeli cienkościennych oraz wytwarzanych drukiem 3D i poddanych obróbce wykańczającej – cieplnej i chemicznej;
- określeniu relaksacji naprężeń jako tych, które wnoszą bardzo dużo informacji do praktycznego inżynierskiego wykorzystania danego materiału i rozwoju nauki w aspekcie badań technologii przyrostowych;
- oceny dokładności wymiarowo–kształtowej modeli oraz struktury geometrycznej powierzchni, a więc ustalenia cech zgodności w odniesieniu do zaprojektowanych modeli bryłowych 3D.

W kolejnej części recenzji przejdę do opisu i charakterystyki wybranych publikacji naukowych zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe, które według mojej opinii mają największy wpływ na podjętą tematykę badawczą oraz zostały opublikowane w czasopiśmie z IF powyżej wartości dwa.

Pierwszą grupą artykułów są publikacje przedstawiające ocenę jakości kompozytów wytwarzanych przy połączeniu technologii druku 3D i elektroprzędzenia. W artykule „Electrospinning on 3D Printed Polymers for Mechanically Stabilized Filter Composites” autorzy zaprezentowali wyniki dotyczące połączenia technologii FDM oraz ES dla dwóch materiałów PLA (polilaktyd) i TPU (poliuretan). Ocena jakości kompozytowych modeli przy wykorzystaniu mikroskopu skaningowego potwierdziła skuteczność zastosowania procesu filtracji poprzez podniesienia jakości wyrobu z kompozytu. Mocną stroną pracy jest również zaprezentowanie wpływu kąta zwilżania i ustalenie zmiany jego wartości na zmianę cech jakościowych modeli drukowanych. W artykule „Electrospun Nanofiber Mats Used for Filters by 3D Printing” opublikowanej w czasopiśmie Polymers rozszerzono badania, przedstawiając wpływ dystansu pomiędzy dyszą drukującą, a elektroprzędzoną matą na siłę adhezji i siłę przylegania. Pan dr inż. Tomasz Kozior udowodnił, że istnieje możliwość zarządzania jakością poprzez dobór odpowiednich materiałów druku 3D i elektroprzędzenia w celu produkcji modeli spełniających zakładane cechy jakościowe.

Drugą ważną grupę artykułów stanowią publikacje dotyczące analizy modeli wytwarzanych drukiem 3D w aspekcie cech jakości związanych z właściwościami mechanicznymi. W pracy nt. „Tensile strength analysis of thin-walled polymer glass fibre reinforced samples manufactured by 3D printing technology” przedstawiono bardzo ciekawy temat jakim jest technologia druku 3D elementów cienkościennych. Autorzy stwierdzili, że modele cienkościenne wytwarzane przyrostowo wykazują inne właściwości mechaniczne niż modele bryłowe (grubościenne), typu „solid” o standardowej grubości określonej w normach. Dodatkowym analizowanym parametrem technologicznym był wpływ kierunku wydruku. Kontynuacja badań została przedstawiona w czasopiśmie Materials w artykule

„A Comparative Study of the Mechanical Properties of FDM 3D Prints Made of PLA and Carbon Fiber-Reinforced PLA for Thin-Walled Applications”. Autorzy zwiększyli rodzaj materiałów badając tym razem: czysty PLA oraz PLA z dodatkiem włókna węglowego – PLA+CF (20% włókien). Naukowcy stwierdzili, że dodatek włókna węglowego wpływa korzystnie na wytrzymałość na rozciąganie, podnosząc wartości parametrów wytrzymałościowych dla kierunku X i Y. gdyż dla kierunku Z wartość ta jest mniejsza niż dla czystego PLA. W publikacjach zwrócono także ważną uwagę na znaczenie kierunku wydruku. Podsumowując prace Naukowców, można stwierdzić, że jakość modeli cienkościennych jest inna w porównaniu do modeli solid i kwestia cech jakościowych zgodności oraz trwałości także powinna być w osobny sposób analizowana i rozpatrywana przez konstruktora i technologa.

Na uwagę zasługują samodzielny artykuł Habilitanta opublikowany w 3D Printing and Additive Manufacturing na temat „The Influence of Selected Selective Laser Sintering Technology Process Parameters on Stress Relaxation, Mass of Models, and Their Surface Texture Quality”. Autor dokonał w tym artykule analizy jakości wyrobu w aspekcie właściwości reologicznych w zależności od technologii selektywnego spiekania laserowego. Głównym aspektem była zmienna wartość gęstości energii dostarczanej do spiekanej warstwy proszku poliamidu, grubość warstwy oraz kierunek wydruku w technologii SLS. Autor w trakcie eksperymentu wyznaczył relaksację naprężeń i poddał analizie jednocześnie wpływ modyfikacji procesu technologicznego na jakość (stan) warstwy wierzchniej oraz masę wytwarzanych modeli. Autor zwrócił również uwagę na wykorzystanie energii podczas stosowania technologii druku 3D, co ma duże znaczenie w związku z rosnącą świadomością ekologiczną społeczeństwa. Habilitant zaobserwował, że sterowanie procesem technologicznym i wytwarzanie modeli ze zmniejszoną gęstością energii oraz zwiększoną grubością warstwy pozwala na skrócenie czasu budowy oraz zmniejszenie zużycia energii co w dobie trwającej transformacji energetycznej jest zjawiskiem korzystnym. Uważam, że wyniki badań mogą zostać wykorzystane w przemysłowych zastosowaniach i dzięki odpowiedniemu sterowaniu „proces control” możliwe staje się wytwarzanie modeli o zadanej jakości z cechami takimi jak na przykład zmniejszona masa przy zachowaniu jednak tego samego materiału i jego właściwości na przykład biokompatybilnych, smarnych itp. Rozszerzenie wyników dotyczących testów reologicznych o analizę właściwości struktur komórkowych wytwarzanych technologią foto-utwardzania ciekłych żywic polimerowych – PJM przedstawiono w „Viscoelastic properties of cell structures manufactured using a photo-curable additive technology”. Na podstawie przeprowadzonych testów relaksacji oraz otrzymanych w wyniku aproksymacji parametrów modelu reologicznego M-W stwierdzono, że struktury komórkowe zbudowane z materiałów polimerowych metodą przyrostową PJM wykazują istotne różnice właściwości lepko-sprężystych, w szczególności w przypadku dodatkowego wykorzystania miękkiego materiału wspierającego.

Kolejną grupę artykułów, najbardziej licznych można zakwalifikować jako ocenę jakości wytwarzanych detali zarówno pod względem dokładności wymiarowo-kształtowej jak również topografii powierzchni. Autorzy w głównej mierze skupili się na podstawowych parametrach 3D powierzchni wytworzonej technologią druku 3D: S_a , S_q i S_z , parametrów 2D chropowatości: R_a i R_z , falistości oraz widokach izometrycznych. Na uwagę zasługują tutaj artykuł “Multiscale Analysis of Surface Texture Quality of Models Manufactured by Laser Powder-Bed Fusion Technology and Machining from 316L Steel”, w którym porównano strukturę geometryczną powierzchni próbek wykonanych drukiem 3D – SLM ze stali austenitycznej 316L oraz próbek po frezowaniu wykończeniowym. Na podstawie wyników stwierdzono, że wartości parametrów zmieniają się w zależności od usytuowania modeli na platformie roboczej drukarki 3D, przykładem jest wartość parametru S_z , która wzrasta wraz ze wzrostem kąta wydruku. Ponadto dalsza obróbka wykończeniowa minimalizuje rozrzut

wartości wyników uzależniony uprzednio od kierunku wydruku. Wszystkie artykuły podkreślają wagę zmian parametrów technologicznych na jakość kształtowanych modeli przyrostowo. Autorzy stwierdzili, że technologie druku 3D umożliwiają zarządzanie jakością w kwestiach cechy zgodności z dokumentacją/specyfikacją dotyczącą dokładności wymiarowo-kształtowej oraz struktury geometrycznej powierzchni.

Podsumowując osiągnięcia publikacyjne Habilitanta należy stwierdzić, że artykuły stanowiące jednotematyczny cykl publikacji opublikowane zostały w większości w czasopiśmie z Listy A MNiSW, co jednoznacznie przemawia za pozytywną oceną. Sumaryczny Impact Factor publikacji stanowiących jednotematyczny cykl publikacji przedstawiony do oceny to wg bazy Web of Science 55,606 zgodnie z rokiem opublikowania. Indeks Hirscha Habilitanta na dzień składania wniosku wg bazy Web of Science wyniósł 13, natomiast na dzień sporządzenia recenzji 15. Powyższe osiągnięcia wskazują na dużą aktywność naukową Habilitanta. Ilość cytowań także odzwierciedla jakość naukową publikacji, prace Habilitanta cytowane były 322 razy bez autocytowań wg Web of Science (na dzień sporządzenia recenzji). Świadczy to, iż artykuły spotkały się ze znacznym zainteresowaniem specjalistów zajmujących się tematyką związaną z technologiami druku 3D, a Pan dr inż. Tomasz Kozior znalazł się na prestiżowej liście najwyżej cytowanych na świecie naukowców - Stanford University, TOP 2%. Przedstawiony do oceny dorobek skłania do sformułowania następujących wniosków: osiągnięcie naukowe znajduje się tematycznie w obszarze inżynierii mechanicznej, mocnym punktem wniosku jest znacząca liczba publikacji w czasopiśmie JCR, wskaźniki bibliometryczne osiągnięcia naukowego jako całości znajdują się na wysokim poziomie. Podsumowując całość przedstawionego cyklu publikacji należy zauważyć, iż dzieła Autora opierają się na badaniach empirycznych, realizowanych przy użyciu nowoczesnej aparatury badawczej. Publikacje opisują stan wiedzy w obszarze modeli wytwarzanych wybranymi technologiami druku 3D i mają charakter pracy badawczej, przegląd literatury odnosi się do najnowszych światowych osiągnięć, dyskusja wyników odnosi się do osiągnięć innych badaczy. Można sądzić, iż Autor interesuje się kierunkami badań na arenie międzynarodowej oraz zna osiągnięcia naukowe innych osób. Dyskusja wyników badań jest niezbędnym elementem zgodnie z metodologią badań naukowych, winna być także oparta na badaniach światowych opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR. Przedstawione powyżej uwagi pozwalają stwierdzić, iż przedstawione publikacje wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna.

4. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych

Habilitant jest współautorem 20 publikacji naukowych opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora z bazy Journal Citation Reports (lista A MNiSW). W dokumentacji Habilitant wykazał, iż po uzyskaniu stopnia doktora opublikował łącznie 25 prac naukowych, z których cztery nie zostały przez Habilitanta zakwalifikowane do cyklu zgłoszonego jako osiągnięcie naukowe:

1. **Kozior T.:** Polymer powders. Elsevier - Polymers for 3D Printing, Monografia pod redakcją Joanny Ewy Izdebskiej-Podsiadły, s. 271-306, ISBN 9780128183120, 2022.
2. **Kozior T., Adamczak S.:** Amplitude surface texture parameters of models manufactured by FDM technology. Proceedings of the International Symposium for Production Research, s. 208-217, 2019.

3. **Kozior T.**, Adamczak S., Skrzyniarz M., Zmarzły P., Gogolewski D.: Dimensional accuracy of models manufactured by selective laser sintering technology. Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium, s. 787-790, 2019.
- 4 Skrzyniarz M., Adamczak S., Nowakowski Ł., **Kozior T.**, Miko E.: Finishing of the surface of holes by flex-hone tool. Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium, s. 860-863, 2019.

Ilość publikacji Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora jest wynikiem dobrym, a ocenę obniża jedynie brak czasopism w wydawnictwach Elseviera lub Springer. Pan dr inż. Tomasz Kozior głównie publikował swoje wyniki w wydawnictwie MDPI (Polymers, Materials, Micromachines i Coatings), co nie pozwala na stwierdzenie, iż wynik ten jest znacznie lepszy niż osiągnięcia zwyczajowo wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w naukach technicznych. Jednak po przeanalizowaniu wszystkich zaprezentowanych wyników i zapoznaniu się z ich uporządkowaniem w autoreferacie należy uznać za wystarczający, co potwierdza liczba cytowań.

Habilitant wykazał pięć zrealizowanych oraz dwóch trwających oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych. Habilitant nie wskazał swojego udziału procentowego w wymienione osiągnięcia, okresu realizacji (tylko rok, który nie wiadomo, czy jest datą rozpoczęcia realizacji projektu czy jego zakończenia), a jedynie zasygnalizował istnienie takich osiągnięć oraz instytucję lub program w ramach, których był realizowany. Na wyróżnienie zasługuje stanowisko Kierownika projektu w ramach Narodowego Centrum Nauki Miniatura 4, który dotyczył analizy jakości modeli wytwarzanych przy połączeniu dwóch innowacyjnych technologii wytwarzania. W innym z projektów dr inż. Tomasz Kozior jest obecnie Kierownikiem, jest to jednak tylko projekt wewnętrzny Politechniki Świętokrzyskiej, który uzyskał w 2020 roku nt. „Analiza metrologiczna i wytrzymałościowa modeli wykonanych technologiami druku 3D”. Na uwagę zasługują bardzo duża liczba odbytych staży w instytucjach naukowych zagranicznych i krajowych, przedstawiając aż szesnaście takich zdarzeń. Habilitant przedstawił termin, czas trwania stażu i jego charakter. Również mocną stroną Habilitanta jest uzyskanie aż dziewięciu patentów krajowych oraz jednego wzoru przemysłowego jak również zgłoszenia kolejnych dwóch patentów i jednego wzoru użytkowego. Habilitant wykazał udział w dwóch wdrożeniach oraz opracował jedną opinię o Innowacji dla firmy SKIN LASER w celu oceny wdrożenia innowacji poprzez włączenie do procesu technologicznego nowoczesnych urządzeń. Pan dr inż. Tomasz Kozior otrzymał także 3 nagrody za działalność naukową po otrzymaniu stopnia doktora. Habilitant uczestniczył w wielu konferencjach międzynarodowych oraz krajowych, gdzie miał okazję zaprezentować wyniki swoich badań. Udział w konferencjach to ważna część doświadczenia, pozwalająca Habilitantowi poddać się ocenie specjalistów z tego samego obszaru zainteresowań naukowych.

W mojej opinii pozytywnie oceniam poziom osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta, tj. udział w projektach, uzyskanie patentów oraz liczny udział w głoszeniu wyników badań naukowych na konferencjach. Bardzo pozytywnie oceniam także ilość publikacji z listy JCR, H indeks oraz liczbę cytowań (ocena w punkcie 3 niniejszej recenzji), które są m.in. potwierdzeniem uznania dorobku danej osoby na świecie.

Zatem podsumowując dorobek naukowy Kandydata w odniesieniu do art. 219. ust. 1 pkt. 20 a), b), c) Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce należy stwierdzić, że wyniki badań przedstawione w tematycznie powiązanych artykułach oraz osiągnięcia technologiczne dokumentują istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, wypełniając obowiązujące wymogi.

5. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitanta

Habilitant wykazał współpracę międzynarodową z Uniwersytetem Nauk Stosowanych w Bielefeld, gdzie w okresie 01.07.2019–30.09.2019 roku odbywał staż badawczy z programu DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst – Niemiecka Centrala Wymiany Akademickiej) i realizował zadania na temat druku 3D oraz technologii electrospinning, tworzenia kompozytów oraz badań na temat jakości wytwarzanych modeli. Efektem tej współpracy są opracowane i przedstawione w wykazie publikacji artykuły [A2, A10, A19 i A21]. W roku 2019 uczestniczył Pan dr inż. Tomasz Kozior w dwóch stażach tygodniowych we Włoszech na University of Modena and Reggio Emilia (nowoczesne optyczne technologie pomiarowe struktury geometrycznej powierzchni) oraz w Hiszpanii na University of Castilla La Mancha (technologia CAD/CAM oraz tworzenie materiałów do druku 3D). W roku 2020 dwukrotnie uczestniczył w tygodniowych stażach badawczych na VSB Technical University of Ostrava dotyczących analizy procesu technologicznego druku 3D oraz nowoczesnych metod badawczych technologii druku 3D. Natomiast w roku 2021 na tej samej uczelni, Habilitant odbył również trzykrotnie tygodniowe staże w ramach Erasmus Training, gdzie prowadził badania dotyczącą technologii druku 3D – CFF, obsługi drukarek 3D w technologii SLS oraz oceny wymiarowo-kształtowej modeli wytwarzanych drukiem 3D. W roku 2021 w ramach Erasmus Week w okresie 8.11.2021–12.11.2021 przebywał na tygodniowym stażu na VSB Technical University of Ostrava, gdzie przeprowadzał badania nad drukiem 3D z proszków metali. W roku 2022 Pan dr inż. Tomasz Kozior na tej samej uczelni w trakcie tygodniowego stażu zajmował się oceną własności wytwarzanych modeli. Wyniki badań zostały zaprezentowane w opublikowanym artykule naukowym oznaczonym w autoreferacie jako A7. Badania dotyczące metrologii i technologii wytwarzania przeprowadzał Habilitant na Słowacji na University of Žilina w roku 2022 podczas tygodniowego stażu w ramach Erasmus Training.

Na uwagę zasługują również staże dydaktyczne mające na celu popularyzację prowadzonych badań naukowych wśród studentów uczelni zagranicznych. Pan dr inż. Tomasz Kozior odbywał taki staż zarówno w Brazylii, gdzie prowadził na University of Brasilia cykl zajęć na temat nowoczesnych technologii wytwarzania w aspekcie trwającej rewolucji przemysłowej 4.0, w Czechach na VSB Technical University of Ostrava, gdzie miesięczny staż dotyczył nowoczesnych technik wytwarzania w obszarach dydaktycznych, dwukrotnie w Malezji na Universiti Kuala Lumpur, gdzie Habilitant zaprezentował cykl wykładów ze studentami na temat technologii i badań modeli wytwarzanych drukiem 3D oraz cyfrowej obróbki plików 3D (CAD) jak również zagościł na Ukrainie na Sumy State University z wykładami na temat nowoczesnych technologii druku 3D oraz dalszych zabiegów obróbki wykończeniowej.

Pan dr inż. Tomasz Kozior wykazał aktywny udział w wielu międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (11 konferencji). Brał także czynny udział w trzech komitetach organizacyjnych krajowych konferencji naukowych oraz w jednym Komitecie Naukowym podczas V Konferencji Naukowej Szybkie Prototypowanie, Kielce, Polska, 2022. Jest członkiem w trzech towarzystwach naukowych i sieciach badawczych, głównie z ośrodkami naukowymi w kraju. Pan dr inż. Tomasz Kozior podał we wniosku, że jest Review Board czasopisma naukowego Polymers oraz Redaktorem Naczelnym nowo uruchamianego czasopisma Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn na Politechnice Świętokrzyskiej – „Mechatronics and Mechanical Engineering”. Habilitant od roku 2020 współpracuje z firmą FORMAC jako ekspert szkoleniowy, gdzie przeprowadził liczne

szkolenia dotyczące cyfryzacji produkcji, wdrażania narzędzi przemysłu 4.0, szkolenia dotyczące technologii druku 3D oraz bezpieczeństwa użytkowania drukarek 3D. W tym samym roku został koordynatorem do spraw współpracy z firmą „BIBUS MENOS”, Spółka z o.o. z siedzibą w Gdańsku, która zajmuje się sprzedażą drukarek 3D, ich serwisem oraz świadczy usługi druku. Pan dr inż. Tomasz Koziar przedstawił także wdrożenia technologii, które zostały przedstawione w sposób lakoniczny, bez podania szczegółów na czym polegała dokładnie opracowana technologia. Habilitant wykonał jedną opinię o Innowacji dla firmy SKIN LASER w celu oceny wdrożenia innowacji poprzez włączenie do procesu technologicznego nowoczesnych urządzeń.

Dorobek dydaktyczny Pana dra inż. Tomasza Koziara należy uznać za znaczący. Habilitant do dnia składania wniosku pełnił funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich, tematycznie związanych z drukiem 3D. Od roku 2018 pełnił funkcję promotora dziewiętnastu prac dyplomowych na wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn (12 inżynierskich oraz 7 magisterskich). Ponadto jedna z prac inżynierskich była realizowana na kierunku Mechanical Engineering w języku angielskim. Jako Kierownik Laboratorium Niekonwencjonalnych Technologii Wytwarzania brał udział w wykonywaniu prototypów i modeli związanych z realizacją licznych prac dyplomowych oraz badawczych prowadzonych wspólnie ze studentami. Pan dr inż. Tomasz Koziar prowadzi zajęcia ze studentami zarówno w języku polskim jak również w języku angielskim w bardzo szerokim zakresie tematyki związanej głównie z technikami wytwarzania poprzez: wykłady, projekty oraz zajęcia laboratoryjne. Swoje kompetencje do prowadzenia zajęć potwierdzają liczne szkolenia, które odbywał zarówno z programu Statistica, jak również programów CAD/CAM. Habilitant przygotował dla studentów materiały pomocnicze dotyczące prowadzenia zajęć z przedmiotów: Techniki Wytwarzania II, Obróbka Ubytkowa, Podstawy Szybkiego Prototypowania. Nie stwierdzono jednak we wniosku zapisów, które doprecyzowałyby zakres przygotowanych materiałów (czy były to skrypty, podręczniki, instrukcje itd.). Z przedstawionych informacji nie wiadomo również jaki był wkład w wyposażenie laboratorium Inżynierii Odwrotnej w dydaktyczne drukarki 3D oraz oprogramowanie niezbędne do symulacji druku 3D. W roku 2020 objął funkcję opiekuna studentów studiów I stopnia na kierunku Mechanical Engineering na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn.

Habilitant recenzował sześćdziesiąt cztery artykuły naukowe z czasopism znajdujących się w bazie JCR. Habilitant wykazał również aktywność organizacyjną poprzez bycie członkiem zespołu ds. przygotowania raportu samooceny i wizytacji Polskiej Komisji Akredytacyjnej dla kierunku Transport, odpowiedzialny również za planowanie obciążeń dydaktycznych w Katedrze Metrologii i Niekonwencjonalnych Metod Wytwarzania. Od roku 2020 Habilitant jest członkiem Rady Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn.

Podsumowując, osiągnięcia Pana dra inż. Tomasza Koziara w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej są na poziomie wysokim. Za bardzo znaczący oceniam dorobek w zakresie dydaktyki oraz popularyzacji nauki w aspekcie wystąpień na konferencjach. Osiągnięcia w zakresie współpracy międzynarodowej są natomiast na poziomie bardzo wysokim. Habilitant wykazał również dorobek w kilku innych, ważnych obszarach, tj. udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism. Osiągnięcia w innych obszarach, tj. recenzowanie artykułów naukowych, udział w zespołach eksperckich i konkursowych są na odpowiednim poziomie. Habilitant także uczestniczył w projektach, których instytucją finansującą jest NCN, co jest ważną częścią pracy naukowca.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego i dorobku Pana dra inż. Tomasza Koziora, stwierdzam, że:

1. Przedstawione osiągnięcie naukowe pt. „Analiza wpływu parametrów procesów technologicznych wybranych technologii przyrostowych na geometrię i właściwości mechaniczne wyrobów”, zawiera oryginalny wkład do dyscypliny: Inżynieria mechaniczna, w szczególności w celu określenia jakości wytwarzanych modeli i ich cech dodatkowych podczas wytwarzania wyrobów wybranymi technologiami druku 3D.

2. Habilitant ma wystarczający dorobek naukowy opublikowany w czasopismach krajowych i zagranicznych oraz szereg prezentacji swoich prac na konferencjach krajowych i międzynarodowych.

3. Kandydat jest uznanym specjalistą w swojej specjalności naukowej, zarówno w kraju, jak i za granicą.

Całokształt dorobku Habilitanta oceniam jednoznacznie pozytywnie. Zatem uważam, że Pan dr inż. Tomasz Kozior spełnia wymagania stawiane przez Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z późn. zm.) kandydatom do stopnia doktora habilitowanego: jego dorobek naukowy stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni. Niniejszy wniosek oceniam pozytywnie.